

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-336996

(43)Date of publication of application : 07.12.2001

(51)Int.Cl. G01L 5/00
G01M 7/08

(21)Application number : 2000-157246 (71)Applicant : TOYOTA CENTRAL RES & DEV
LAB INC

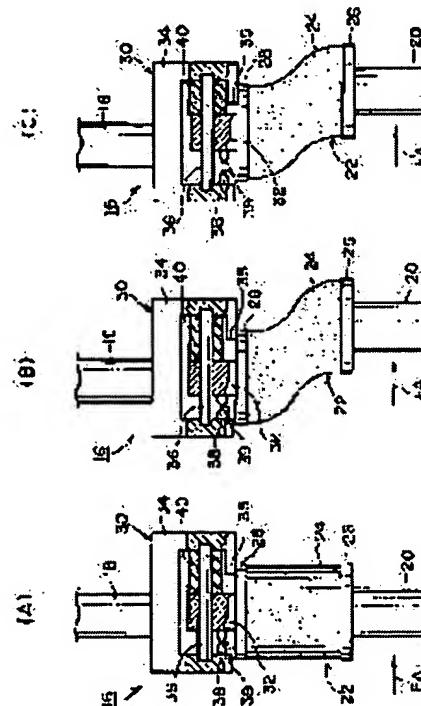
(22)Date of filing : 26.05.2000 (72)Inventor : HATTORI KATSUHIKO

(54) WALKER DUMMY

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a walker dummy capable of properly setting the flexibility of knees against impact force to satisfactorily imitate a human body characteristic.

SOLUTION: An allowable limit member 38 is provided between femur connecting member 18 and an inferior limb connecting member 20, whereby an impact force, when large, can be temporarily moderated without continuously increasing the rigidity. Therefore, when the thin part 39 of the allowable limit member 38 is broken, a non-linear characteristic is generated. Namely, since the flexibility of the knee 16 against the impact force can be properly set to satisfactorily imitate the human body characteristic, the injured state can be precisely evaluated in more detail. Thus, since the allowable limit member 38 forms such a nonlinear characteristic as corresponds to the nonlinear area after the occurrence of an injure such as peeling or breakage of the knee ligament or the like, an experimental data in the examination state close to the knee of an actual human body leg can be gained to perform a precise evaluation.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-336996

(P 2001-336996 A)

(43) 公開日 平成13年12月7日 (2001.12.7)

(51) Int.Cl.⁷

G01L 5/00
G01M 7/08

識別記号

F I

G01L 5/00
G01M 7/00

テーマコード (参考)

F 2F051
H

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全14頁)

(21) 出願番号 特願2000-157246 (P 2000-157246)

(22) 出願日 平成12年5月26日 (2000.5.26)

(71) 出願人 000003609

株式会社豊田中央研究所

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1

(72) 発明者 服部 勝彦

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(74) 代理人 100079049

弁理士 中島 淳 (外1名)

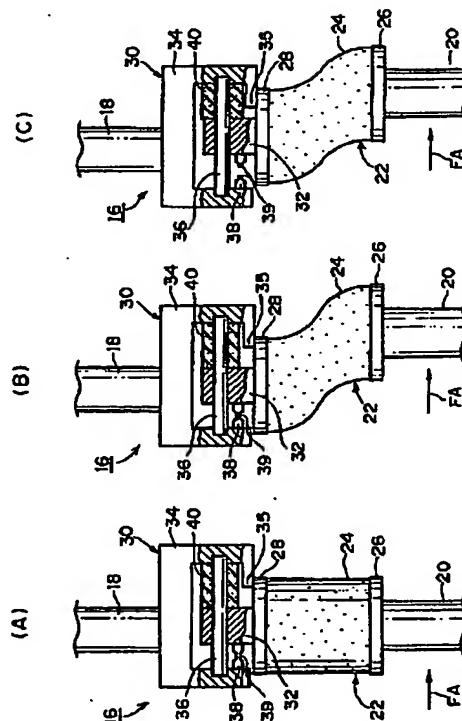
F ターム(参考) 2F051 AA01 AB01 AB09 BA00

(54) 【発明の名称】歩行者ダミー人形

(57) 【要約】

【課題】 衝撃力に対する膝の柔軟性の設定を適切にして、人体特性の模擬を良好とする歩行者ダミー人形を提供する。

【解決手段】 許容限度部材38を大腿部連結部材18と下腿部連結部材20との間に設けることにより、衝撃力が大のとき剛性が高くなり続けることなく一時的に緩和されるので、許容限度部材38の薄肉部39が破断される際の非直線の特性が生じる。即ち、衝撃力に対する膝部16の柔軟性の設定が適切となり、人体特性の模擬が良好となるので、傷害状況などが詳細となり、かつ精度の高い評価を行うことができる。従って、人体脚部の膝靭帯の剥離ないし破断などの損傷発生後の非線形域に対応するような非直線の特性を許容限度部材38が形成するので、実際の人体脚部の膝に近い模擬状態での実験データが入手でき、精度の高い評価を行なうことができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 下脚部と、上脚部と、前記上脚部と前記下脚部との間に配盤された膝部を備えた歩行者ダミー人形であって、前記膝部を、前記下脚部から前記上脚部への伝達特性を所定衝撃力までの第1の領域では衝撃力に対して変位が増加する特性とし、前記所定衝撃力を超える第2の領域では単位衝撃力に対する変位を前記第1の領域の単位衝撃力に対する変位より大きくすることを特徴とする歩行者ダミー人形。

【請求項2】 前記第1の領域において、衝撃力に対して変位が増加する特性を有する弾性変形膝手段と、前記第2の領域において、単位衝撃力に対する変位を前記第1の領域の単位衝撃力に対する変位より大きくする許容限度手段と、を備えることを特徴とする請求項1に記載の歩行者ダミー人形。

【請求項3】 前記許容限度手段を、前記下脚部に対し所定衝撃力を超える衝撃力が作用した場合に、前記上脚部と前記下脚部との間の衝撃力に対して変位が増加することを妨げる許容限度部材とすることを特徴とする請求項2に記載の歩行者ダミー人形。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、歩行者に対する車両の衝突を模擬する衝突実験に用いるダミー人形の下肢、すなわち膝構造を有する歩行者ダミー人形に関する。

【0002】

【従来の技術】 特開平7-311103号公報に係る技術は、歩行者に対する車両の衝突実験において、膝に作用する衝撃力、せん断力、曲げモーメント、及び張力などを計測するものである。また、上記公報に係る発明において、一対の膝部材は、それぞれ例えば所定の厚さを有する可撓性金属材料（例えば、ばね鋼材）の板状部材として形成されている（明細書の段落番号「0053」参照）。即ち、膝部材は、弾性体ではあるが弾力性が少ない硬いばね鋼材などで成形されるものであった。そして、膝部材に所定以上の衝撃力が作用すると、膝部材が衝撃力の大きさに対応するように塑性変形するので、変形後の屈伸角度を計測する。

【0003】 また、「IRCOBI Conference-Sitges (Spain), September 1999」の「DEVELOPMENT OF A BIOFIDELIC DUMMY FOR CAR-PEDESTRIAN ACCIDENT STUDIES」に係る文献（以下、単に「従来文献」という）中に記載されている技術の概略を、図23に示す。図23Aに示すように、人体の下脚部（下腿部）に相当する下脚部材100と、人体の上脚部（大腿部）に相当する上脚部材100と、

部材102との間には、人体の膝に相当する膝部として弾力性に富む筒状の弾性部材（例えば、ゴムなど）104が連結されている。また、弾性部材104の中空孔105には可撓性を有する柔軟なワイヤ106が挿入されており、このワイヤ106の両端は下脚部材100と上脚部材102とにそれぞれ接続されている。

【0004】 そして、ワイヤ106は、所定以上の弾性部材104の変形を抑制させるものである。なお、図23に示す構成は、衝突実験用乗員ダミー人形の腰椎、頸椎などに従来から用いられている技術である。

【0005】 一方、人体脚部の膝が弾性域内で変化する傷害のない状態では、膝部分の変形により、膝上と膝下が相対的に変位するが、柔軟性が低い。そして、膝傷害の発生域以上になると、膝下は膝上に対して急激に変位が進行するので、柔軟性が高くなる。膝靭帯の剥離直前までの弾性変形域から膝靭帯の剥離などの損傷発生後は、柔軟性が高くなる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、特開平7-311103号公報に係る膝部材は、衝突時における人体の膝の弾性力に比べて硬く、弾力が劣っていた。即ち、歩行者ダミー人形に対する車両の衝突実験においては、膝部材に必要以上に大きな衝撃力が発生するので、膝部材の変形特性が人体のものと異なると、衝突に伴う歩行者ダミー人形の挙動および衝撃力が人体のものと大きく違ってくることがある。そして、所定以上の衝撃力が作用すると、膝部材が塑性変形を起こし、衝撃力の大きさによって膝部材の屈曲角度を増す。即ち、膝部材の屈曲後における、膝部の伝達力はほとんど変化せず、下脚部から上脚部への衝撃力の伝達が増加し続けると共に、歩行者ダミー人形の下肢部形状およびその下肢部の重心位置が、一般的な歩行者事故の歩行者の条件と異なる。従って、特開平7-311103号公報に係る歩行者ダミー人形では、人体特性に対応した実験データを得ることができないので、誤った評価をするおそれがあるという問題があった。

【0007】 一方、上記従来文献では、弾性部材104の中空孔105にワイヤ106が挿入され、かつワイヤ106の両端が下脚部材100と上脚部材102とにそれぞれ接続されているので、衝突実験において、図23Bに示すように、下脚部材100の軸心に対して直交する衝突作用方向（図23では水平方向である矢印FA）へ荷重が加わった場合には下脚部材100と上脚部材102とが相対的に変位する。

【0008】 上記相対変位が増す毎に、弾性部材104に対する破断力が増加すると共に、ワイヤ106によって垂直方向の制限を受けるので、弾性部材104に対する圧縮力が増加すると共に、膝部における見かけ上の剛性が急激に増加する。即ち、人体脚部の膝靭帯の切断あるいは破断する膝傷害レベルの領域では、下脚部材100

0が上方へ持ち上げられながら弾性部材104及びワイヤ106が変形するので、膝部の剛性が非常に高く（剛）となる。

【0009】具体的には、図24に示すように、変形が小さいときは膝部の変位が作用する荷重に対して大きく柔軟であるが、変形が大きくなるとワイヤーによる支持力が増して膝部の変位が荷重に対して小さく剛性が高くなり続ける。なお、図24において、横軸は膝部の変位の大きさを示し、縦軸は膝への横方向の荷重（図23のFA）の大きさを示す。従って、上記従来文献の膝部において、衝撃力が小のときは柔軟で、一方衝撃力が大のときは剛性が高くなり続けるので、衝撃力に対する膝部材の柔軟性の設定が人体脚部の膝特性に対応しないという問題があった。

【0010】そこで、本発明は、上記事情を考慮し、衝撃力に対する膝の柔軟性の設定を適切にして、人体特性の模擬を良好とする歩行者ダミー人形を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1に係る歩行者ダミー人形は、下脚部と、上脚部と、前記上脚部と前記下脚部との間に配置された膝部を備えた歩行者ダミー人形であって、前記膝部を、前記下脚部から前記上脚部への伝達特性を所定衝撃力までの第1の領域では衝撃力に対して変位が増加する特性とし、前記所定衝撃力を超える第2の領域では単位衝撃力に対する変位を前記第1の領域の単位衝撃力に対する変位より大きくすることを特徴とする。また、具体的な構成とし、請求項2に記載の弾性変形膝手段及び許容限度手段を、膝部に設ける。

【0012】歩行者に対する車両の衝突を模擬する衝突実験において、成人の歩行者を想定する歩行者ダミー人形を用いる場合には、歩行者ダミー人形の膝部に車両のバンパーが衝突する。膝部に対する衝撃力がある衝撃力以上になると人体脚部の場合には膝靭帯が剥離ないし破断し、さらに衝撃力が増すと膝関節部周辺が骨折する。また、人体脚部の膝の特性については、衝突の発生から膝部分における膝靭帯が剥離などする直前までは弾性変形域（第1の領域）であり、一方上記線形域を経て膝靭帯の剥離などの損傷発生後は大変形（せん断塑性）域

（第2の領域）となる。なお、本発明の場合は、第2の領域において単位衝撃力に対する変位を第1の領域の単位衝撃力に対する変位より大きくなれば、線形でも非線形の特性としても良い。

【0013】歩行者に対する車両の衝突を模擬する衝突実験において、第2の領域では単位衝撃力に対する変位を第1の領域の単位衝撃力に対する変位より大きくするので、歩行者ダミー人形の膝部分の衝撃特性が人体脚部の膝の特性に近いものとなり、人体脚部の膝の衝撃特性を精度よく再現できる。

【0014】例えば、膝部分が弾性域内で変化する傷害のない状態では、膝部分の変形により、膝上と膝下が相対的に変位する。そして、膝傷害の発生域以上になると、膝部分の大変形特性を持つ部分により、膝下は急激に変位が進行する。即ち、人体脚部の膝の特性と同様に、歩行者の上体の挙動に大きな影響を及ぼす膝部分の伝達力の著しい増加は、緩和される。

【0015】本発明の請求項1に係る歩行者ダミー人形によれば、衝撃力に対する膝の柔軟性の設定が適切となり、人体特性の模擬が良好となるので、衝突の発生から膝部分における膝靭帯の剥離直前までの弾性変形域から膝靭帯の剥離などの損傷発生後の大変形領域までの現象を精度良く再現する。従って、本発明の請求項1に係る歩行者ダミー人形によれば、実際の人体脚部の膝に近い模擬状態での実験データが入手できるので、傷害状況などが詳細となり、かつ精度の高い評価を行うことができる。

【0016】なお、請求項2に記載の許容限度手段を、下脚部に対し所定衝撃力を超える衝撃力が作用した場合に、衝突位置の下脚部から上脚部への衝撃力の伝達を妨げる許容限度部材にすると、下脚部に対する衝撃力が傷害レベル以上に達した場合には許容限度部材が例えば引張応力による破断、圧縮による変形などの変化を生ずる。即ち、本発明の請求項3に係る発明によれば、下脚部に対する衝撃力が傷害レベル以上に達した場合の許容限度部材の変化によって実際の人体脚部の膝に近い模擬状態での実験データが入手できる。また、下脚部に対する作用力のレベルを計測するための計測装置がなくても、詳細な傷害状況などを判定できる。例えば、下脚部に対する荷重が限界を超えたか否かは、許容限度部材の切断あるいは変形などの変化で判断できる。

【0017】

【発明の実施の形態】（第1実施形態）以下、図1乃至図3に基づいて、本発明の第1実施形態である歩行者ダミー人形について説明する。なお、図1は本実施形態の歩行者ダミー人形の膝部材と車両のバンパーとの位置関係を示す背面図、図2は図1に示す膝部材に係る基本概念構造を示す正面図、図3は図2に示す膝部材に係る許容限度部材及び緩衝部材による作用によって決まる上脚部と下脚部の相対変位と伝達荷重との関係を示す図である。図3には、図2の（A）、（B）、（C）の変形に対応した位置を示す。

【0018】図1に示すように、歩行者ダミー人形10は、人体の大腿部に相当する上脚部12と、人体の下腿部に相当する下脚部14と、人体の膝に相当する膝部16を備える。膝部16は上脚部12と下脚部14とに直列に連結されており、歩行者ダミー人形10の起立時ににおける下脚部14の高さ位置は、車両110のバンパー112の高さ位置に対応するように設定されている。

【0019】図2Aに示すように、膝部16は、上脚部

12を連結する大腿部連結部材18と、下脚部14を連結する下腿部連結部材20と、下腿部連結部材20に連結されかつ膝部16に柔軟性を持たせる線形膝手段22と、線形膝部材22と大腿部連結部材18とに連結されかつ衝撃力に対して人体脚部の韌帯の破断に対応するような非線形な荷重と変位との特性を有する非線形膝手段30を備える。

【0020】弹性変形膝手段22及び非線形膝手段30は、衝撃力が作用する下腿部連結部材20の作用力が大腿部連結部材18に連続的に伝達しない領域を形成するためのものである。弹性変形膝手段22は、ゴムあるいは合成樹脂などで成形された円筒状の弹性部材24と、弹性部材24の下端部を固定する円板状の下面部材26と、弹性部材24の上端部を固定する円板状の上面部材28とで構成されている。下面部材26は下腿部連結部材20を連結し、上面部材28は非線形膝手段30を連結している。

【0021】弹性部材24は、人体脚部の膝韌帯を想定したものであり、上記膝韌帯が損傷するまでの弹性域に対応させたものである。なお、弹性部材24は、中空円筒状、直方体柱、門型柱、及び多角柱などに変更しても良い。

【0022】非線形膝手段30は、上面部材28の中間部に固定されるスライド部材32と、大腿部連結部材18に固定される断面形状が略C字状の支持部材34と、支持部材34に軸支された円柱状のガイド部材36と、支持部材34の図1に示す車両方向の面側（図2では、左側）とスライド部材32とに連結された許容限度部材38と、ガイド部材36に挿通された状態で支持部材34の許容限度部材38とは逆方向の面側（図2では、右側）とスライド部材32との間に配置された合成ゴムなどで成形された緩衝部材40とで構成されている。

【0023】許容限度部材38は、人体脚部の膝韌帯が破断する限界に対応しつつ引張応力により破断するように設定されている。即ち、許容限度部材38は、図22に示す大腿骨114と頸骨116とを連結する複数の韌帶118の機能を持たせたものである。なお、図22は、人体脚部の膝韌帯に関する背面図である。

【0024】そして、図2に示す許容限度部材38は、弹性部材24の変形が完了した後（弹性部材24が図2Bに示す状態まで変形した後）に、破断する。即ち、人体脚部の膝は膝韌帯が骨から剥離ないし破断した後はその剛性が急激に低下するので、許容限度部材38を破断させることにより衝撃力が大のときであってもその荷重の増加を一時的に停止（または減少）させる。これにより、衝撃力に対する膝部16の柔軟性の設定が人体脚部の脚特性に対応する。

【0025】支持部材34の緩衝部材40側には、スライド部材32に対応するストッパ部35が、スライド部材32に向かうように突設されている。そして、図示し

ないが、スライド部材32が緩衝部材40を図2Cに示す状態よりもさらに弹性変形させ、ストッパ部35に当接すると、スライド部材32はストッパ部35によりその移動を停止する。

【0026】第1実施形態では、衝突実験において、下腿部連結部材20に対する図2に示す矢印FAに対応する部位に図1に示すバンパー112が皮ふ部材（図示せず）を介して衝突すると、下腿部連結部材20に図2Aに示す矢印FAの衝突作用方向へ荷重が加わる。まず、弹性部材24が、図2Bに示すように、弹性部材24が下部から上部へ向かって弹性域内でせん断変形する。

【0027】そして、弹性部材24が弹性変形し続け上面部材28に対して荷重が増加すると、スライド部材32を介して許容限度部材38にも荷重が加わる。さらに、下腿部連結部材20へ荷重が加わると、許容限度部材38は引張荷重によって薄肉部39が破断し、図2Cに示すように緩衝部材40は圧縮変形する。

【0028】非線形膝手段30に対する荷重と変位の関係を、図3に基づいて説明する。図3には、図23に示す従来文献のワイヤ106及び弹性部材104についても図示した。即ち、ワイヤ106及び弹性部材104は、共に略線状に増え続ける。

【0029】図3において、許容限度部材38の作用によって膝韌帯の破断もしくははく離が始まる荷重P2を頂点として若干下降した後に、許容限度部材38の薄肉部39が破断される。薄肉部39の破断される図3における変位量Sは1.5～3.0mmである。

【0030】一方、緩衝部材40は、許容限度部材38の破断後に、スライド部材32から支持部材34への伝達力を受けもち、それが弹性変形限界値P1を超えると、緩衝部材40の塑性変形による変位によって伝達荷重が緩やかに上昇する。その後の荷重は、緩衝部材40に加わり、弹性部材22と共に変形が増加する。即ち、第1実施形態では、許容限度部材38を設けることにより、膝韌帯の伸び、はく離のように衝撃力が大のとき伝達荷重が高くなり続けることなく一時的に緩和され、許容限度部材38の薄肉部39が破断される際に、不連続な特性が生じる。

【0031】即ち、第1実施形態によれば、衝撃力に対する膝部16の柔軟性の設定が適切となり、人体特性の模擬が良好となるので、傷害状況などが詳細となり、かつ精度の高い評価を行うことができる。従って、第1実施形態によれば、人体脚部の膝韌帯の剥離ないし破断などの損傷発生後の非線形域に対応するような不連続な特性を許容限度部材38および緩衝部材40が形成するので、実際の人体脚部の膝に近い模擬状態での実験データが入手でき、精度の高い評価を行なうことができる。

【0032】（第2実施形態）図4に基づき、第2実施形態を説明する。本実施形態は、許容限度部材に緩衝部材の機能を持たせ圧縮させる例である。なお、図4にお

いて、図 2 に対応する部分には同一符号を付してその詳細説明は省略する。

【0033】本実施形態の支持部材 34 は、その断面形状がコ字状となっている。立方体の許容限度部材 42 は、発泡スチロールなどの合成樹脂で成形されており、スライド部材 32 に隣接するようにガイド部材 36 に押通されている。なお、スライド部材 32 と許容限度部材 42 は、その肉厚が略同一となっており、支持部材 34 の凹部 34A の側壁に対し隙間がない状態で収納されている。

【0034】許容限度部材 42 は、荷重に対し、図 6 に示すようなヒステリシス曲線を描きながら変形する（潰れる）。即ち、許容限度部材 42 は、潰れ始めるまでは対荷重性が高く、一方所定の対荷重が加わって潰れ始めると、対荷重性が低くなり急激に潰れるというヒステリシス特性を示す。

【0035】また、許容限度部材 42 は、弾性部材 24 よりも柔軟性が低くなっているため弾性部材 24 の弾性変形が完了した後において潰れ始める。さらに、許容限度部材 42 は、図 2 の例と同様に、人体脚部の膝靭帯が破断する限界に対応して圧縮変形するように設定されている。即ち、許容限度部材 42 に対する図 5 に示す荷重 F が、人体脚部の膝靭帯が破断する限界に対応する限界値 FC に達すると、許容限度部材 42 は急激に潰れる。

【0036】下腿部連結部材 20 に対し衝突作用方向（図 4 では矢印 FA 方向）へ荷重が加わると、図 4B に示すように許容限度部材 42 がスライド部材 32 に押され、若干潰れる。さらに、下腿部連結部材 20 に荷重が加わり図 5 に示す限界値 FC に達すると、図 4B に示すように許容限度部材 42 がスライド部材 32 により圧縮変形する。

【0037】図 4A 乃至図 4C の膝伝達荷重と上脚部と下脚部の相対変位の関係を、図 5 に基づいて説明する。なお、図 5において、許容限度部材 42 及び弾性部材 24 は単独では荷重と変位の傾斜角が異なるが、両者共に同一の荷重が加わる。許容限度部材 42 が限界値 FC に達するまでは、膝部 16 の膝特性が弾性部材 24 の剛性で支配的に決定される。即ち、許容限度部材 42 が限界値 FC に達するまでの範囲において、許容限度部材 42 の変形が少ないため、下腿部連結部材 20 に加わる荷重に対する変形の殆どは、弾性部材 24 で受ける。

【0038】そして、許容限度部材 42 が限界値 FC に達すると、それまでの変形量が少ない許容限度部材 42 が急激に潰れ図 4C に示す状態まで圧縮変形する。即ち、許容限度部材 42 の限界値 FC 以降における荷重の増加は、許容限度部材 42 によって吸収され、ほとんどない。なお、本実施形態の他の作用効果は、図 2 に示す例と同様であるので、その詳細説明は省略する。

【0039】(第3実施形態) 図 7 に基づき、第3実施

形態を説明する。本実施形態は、図 2 に示す緩衝部材 40 及び支持部材 34 のストッパ部 35 を削除した例である。なお、図 7において、図 2 に対応する部分には同一符号を付してその詳細説明は省略する。

【0040】断面形状が L 字状の支持部材 44 には図示しない大腿部連結部材を連結する連結部 44A が形成されており、支持部材 44 の許容限度部材 38 側にガイド部材 36 が片持ち状に支持されている。また、連結部 44A と下腿部連結部材 20 には、その連結部 44A 側（図 7 では、右側）に、人体の皮膚の強度に相当するワイヤーなどの弾性線状体 46 が一つないし複数連結されている。

【0041】下腿部連結部材 20 に対し衝突作用方向（図 7 では矢印 FA 方向）へ荷重が加わり限界値 FC に達すると、許容限度部材 38 の薄肉部 39 が破断され、図 4B に示すようにスライド部材 32 がガイド部材 36 に沿って右側へスライドする。即ち、弾性線状体 46 に荷重が加わりながらスライド部材 32 がスライドし、例えば下腿部連結部材 20 に加わる荷重が大きければ、スライド部材 32 がガイド部材 36 から抜け落ちる。

【0042】本実施形態の場合には、許容限度部材 38 に限界値 FC 以上の荷重が加わり薄肉部 39 が破断すると、図 8 に示すように、荷重が急激に低下し、弾性線状体 46 の変位が増すことによって伝達荷重が再び増加する曲線を描く。なお、本実施形態の他の作用効果は、図 2 に示す例と同様であるので、その詳細説明は省略する。

【0043】

【実施例】(第1実施例) さらに具体的な構成を、図 9 に基づいて説明する。なお、図 9 は第1実施例に係る歩行者ダミー人形の膝部の側面図、図 10 は図 9 に示す膝部の背面図、図 11 は図 10 の 11-11 線の断面図、図 12 は図 10 の 12-12 線の断面図、図 13 は図 10 に示す許容限度部材がせん断された状態の背面図である。

【0044】図 9 に示すように、人体の膝に相当する膝部 50 は、人体の大腿部に相当する上脚部 52 と、人体の下腿部に相当する下脚部 54 とが連結されている。膝部 50 は、上脚部 52 を連結する大腿部連結手段 58 と、下脚部 54 を連結する下腿部連結手段 60 と、下腿部連結手段 60 に連結されかつ膝部 50 に柔軟性を持たせる弾性変形膝手段 62 と、弾性変形膝部材 62 と大腿部連結手段 58 とに連結されかつ衝撃力に対して人体脚部の靭帯の破断に対応するような不連続な荷重と変位との特性を有する塑性変形膝手段 70 を備える。

【0045】弾性変形膝手段 62 及び塑性変形膝手段 70 は、衝撃力が作用する下腿部連結部材 60 の作用力が大腿部連結部材 58 に連続的に伝達しない領域を形成するためのものである。弾性変形膝部材 62 は、柔軟性が高い合成ゴムで成形された円筒状の弾性部材 64 と、彈

性部材 6 4 の下端部を固定する円板状の下面部材 6 6 と、弹性部材 6 4 の上端部を固定する円板状の上面部材 6 8 とで構成されている。下面部材 6 6 は下腿部連結手段 6 0 を連結し、上面部材 6 8 は塑性変形膝手段 7 0 を連結している。なお、弹性部材 6 4 は、人体脚部の膝靭帯および半月板の剛性を想定したものであり、上記膝靭帯が損傷するまでの弹性域の变形に対応させたものである。

【0046】図10に示すように、塑性変形膝手段 7 0 は、大腿部連結部材 5 8 の連結部 5 9 に連結される支持部材 7 2 と、上面部材 6 8 上に配置され小径ガイド溝 7 5 A 及び大径ガイド溝 7 5 B を有するガイド部材 7 4 と、上面部材 6 8 の左側に固定される円柱状のガイドピン 7 6 と、上面部材 6 8 の中心に固定される締結手段の一部を構成するボルト 7 8 と、ボルト 7 8 及びガイドピン 7 6 が挿通されるスライド部材 8 0 と、図11に示すように支持部材 7 2 に一对のボルト 8 2 で固定されるヒューズ固定部材 8 4 と、ヒューズ固定部材 8 4 に挟持された状態でボルトにより固定されかつボルト 7 8 に挿通される許容限度部材 8 8 と、許容限度部材 8 8 をボルト 7 8 に固定するナット 7 9 と、ガイド部材 7 4 の大径ガイド溝 7 5 B 内に収納される緩衝部材 9 0 を備える。なお、ナット 7 9 と許容限度部材 8 8との間には、緩み止めのワッシャ 7 9 A が配置されている。

【0047】図12に示すように、ガイド部材 7 4 は、その小径ガイド溝 7 5 A と、大径ガイド溝 7 5 B とが連続して形成されている。また、小径ガイド溝 7 5 A 及び大径ガイド溝 7 5 B は、左右方向即ち衝突作用方向に沿う矢印 F A 方向に一直線上に位置している。そして、ガイド部材 7 4 は、後述する許容限度部材 8 8 の狭幅部 8 8 C が破断された後に、下腿部連結手段 6 0 が矢印 F A 方向である衝突作用方向にガイドするものである。

【0048】スライド部材 8 0 は、その移動方向がガイドピン 7 6 及びボルト 7 8 と、ガイド部材 7 4 のガイド溝 7 5 A 及び 7 5 B との規制を受けて移動する。ガイドピン 7 6 は、ガイド部材 7 4 またはスライド部材 8 0 の移動(回転)方向を規制する移動制御手段であり、ガイド部材 7 4 、上面部材 6 8 及びスライド部材 8 0 の位置関係を決める。

【0049】なお、小径ガイド溝 7 5 A の直線方向は、大径ガイド溝 7 5 B に沿う左右方向に限定されるものではなく、例えば図12において右上がり或いは右下がりなど所望方向に変更できる。小径ガイド溝 7 5 A を右上がり或いは右下がりなどに変更する構成においては、ガイド部材 7 4 及びスライド部材 8 0 を積極的に所望の回転をさせることにより、大腿部連結部材 5 8 と下腿部連結手段 6 0 との動きを人体脚部の膝靭帯が破断された後の人体脚部の膝に対応するように、相対的な関係が与えられる。

【0050】図11に示すように、許容限度部材 8 8

は、その平面形状が略正方形の基部 8 8 A と、略長方形のヒューズ固定部材 8 4 に挟持される先端部 8 8 B と、基部 8 8 A と先端部 8 8 B との連結する狭幅部 8 8 C とで構成される。狭幅部 8 8 C は、支持部材 7 2 側とスライド部材 8 0 側とが相対的に移動する方向に上面部材 6 8 に荷重が作用した際に、図3に示すような破断点に至ると破断されるように設定されている。即ち、許容限度部材 8 8 は、人体脚部の膝靭帯が破断あるいははく離する限界に対応しかつ引張応力により破断するように設定されている。

【0051】許容限度部材 8 8 は、弹性部材 6 4 の変形が完了した後(弹性部材 6 4 が図10の想像線に示す状態まで変形した後)に、狭幅部 8 8 C が破断する。即ち、人体脚部の膝は膝靭帯が骨から剥離ないし破断した後はその剛性が急激に低下するので、許容限度部材 8 8 を破断させることにより衝撃力が大のときであってもその荷重の増加を一時的に停止(または減少)させる。これにより、衝撃力に対する膝部 5 0 の柔軟性の設定が人体脚部の脚特性に対応する。

【0052】支持部材 7 2 側とスライド部材 8 0 側とは許容限度部材 8 8 によって所定の位置関係が維持され、これによりガイド部材 7 4 に対してスライド部材 8 0 のスライドが防止される。一方、許容限度部材 8 8 の狭幅部 8 8 C が破断されると、荷重が加わった支持部材 7 2 側と、スライド部材 8 0 側とが相対的に移動する。

【0053】緩衝部材 9 0 は、許容限度部材 8 8 の狭幅部 8 8 C が破断した後に、スライド部材 8 0 が、ガイド部材 7 4 のガイド溝 7 5 A 及び 7 5 B に沿って急激に変位(スライド)しないように制御するものである。即ち、緩衝部材 9 0 は、狭幅部 8 8 C の破断直後の曲線特性を、人体脚部の脚特性に対応するに滑らかにする。なお、緩衝部材 9 0 は、ドーナツ状となっており、合成ゴムなどで成形されている。

【0054】下腿部連結手段 6 0 は、下脚部 5 4 の一部を構成する頸骨部材 9 2 の上部に連結される下腿オフセット部材 9 4 と、下面部材 6 6 に連結される下腿連結部材 9 6 とを備える。下腿オフセット部材 9 4 は、上脚部 5 2 及び膝部 5 0 の軸心と、下脚部 5 4 の軸心とをオフセットさせるものである。そして、下腿連結部材 9 6 と下腿オフセット部材 9 4 とは四隅に配置されたボルト及びナットの締結部材 9 8 で固定され、また下腿連結部材 9 6 と下面部材 6 6 とは下面部材 6 6 の中央に配置されたボルト及びナットの締結部材 9 9 で固定されている。なお、下腿連結部材 9 6 には中空部 9 7 が形成されており、この中空部 9 7 に例えば膝部 5 0 に作用する破断力および曲げモーメントを計測する歪ゲージ式センサなどを設けるようにしても良い。

【0055】本実施例では、衝突実験において、下腿部連結部材 6 0 の頸骨部材 9 2 に対応する部位に図1に示すバンパー 1 1 2 が衝突すると、頸骨部材 9 2 に図10

に示す矢印F Aの衝突作用方向へ荷重が加わる。まず、弹性部材6 4が、図1 0の想像線に示すように、弹性部材6 4の下部から上部へ向かって弹性変形する。

【0056】そして、弹性部材6 4が弹性変形し続け上面部材6 8に対して荷重が加わると、許容限度部材8 8には矢印F Aの衝突作用方向へ荷重が加わる。さらに、下腿部連結部材9 0へ荷重が加わると、図1 3に示すように、許容限度部材8 8の狭幅部8 8 Cに加わる引張重力により狭幅部8 8 Cが破断すると共に、緩衝部材9 0が圧縮変形する。即ち、スライド部材8 0は、緩衝部材9 0を圧縮変形させながら、ガイド部材7 4に対し相対的に上面部材6 8と共にスライドする。

【0057】本実施例では、許容限度部材8 8を設けることにより、衝撃力が大のとき、膝部の伝達力が高くなり続けることなく一時的に緩和されるので、許容限度部材8 8の狭幅部8 8 Cが破断される際の不連続の特性が生じる。

【0058】即ち、本実施例によれば、衝撃力に対する膝部5 0の柔軟性の設定が適切となり、人体特性の模擬が良好となるので、傷害状況などが詳細となり、かつ精度の高い評価を行うことができる。従って、本実施例によれば、人体脚部の膝靭帯の剥離ないし破断などの損傷発生後の非線形域に対応するような非直線の特性を許容限度部材3 8が形成するので、実際の人体脚部の膝に近い模擬状態での実験データが入手でき、精度の高い評価を行なうことができる。

【0059】(第2実施例) 図1 4及び図1 5に基づき、第2実施例を説明する。本実施例は、許容限度部材をせん断させて破断する例である。図1 4は本実施例に係る歩行者ダミー人形の膝部の背面図、図1 5は図1 4に示す許容限度部材がせん断された状態の背面図である。なお、図1 4において、図1 0に対応する部分には同一符号を付してその詳細説明は省略する。

【0060】図1 4に示すように、許容限度部材1 2 0は、線状の棒材で成形されており、大腿部連結手段5 8の軸心方向(上下方向)へ沿うようにヒューズ固定部材8 4とスライド部材8 0とに貫通して配置されている。なお、許容限度部材1 2 0の径方向断面は、長方形、円形などの形状となっている。また、第1実施例または第2実施例は、許容限度部材8 8または1 2 0において、引張応力による破断またはせん断による破断の例であるが、他の実施例としては図4に示す許容限度部材4 2のように圧縮による破壊など任意に変更できる。

【0061】本実施例では、衝突実験において、下腿部連結部材6 0に連結された頸骨部材9 2に矢印F A方向(衝突作用方向)の荷重が加わると、弹性部材6 4が図1 4の想像線に示すように弹性部材6 4の下部から上部へ向かって弹性変形する。そして、弹性部材6 4が弹性変形し続け上面部材6 8に対して限界値以上の荷重が加わり、許容限度部材1 2 0がせん断されると、図1 5に

示すように上面部材6 8とスライド部材8 0がガイド部材7 4に対し相対的にスライドする。なお、本実施例のその他の作用効果は、第1実施例と同様であるので、その詳細説明は省略する。

【0062】(第3実施例) 図1 6及び図1 7に基づき、第3実施例を説明する。本実施例は、下腿部連結手段をピンジョイントとする例である。図1 6は本実施例に係る歩行者ダミー人形の膝部の側面図、図1 7は図1 6に示す膝部の背面図である。なお、図1 6または図1 7において、図9または図1 0に対応する部分には同一符号を付してその詳細説明は省略する。

【0063】図1 6に示すように、下腿部連結手段1 2 2は、頸骨部材9 2に固定された板状の下腿連結支持部材1 2 4と、下面部材6 6と下腿連結支持部材1 2 4の中央に配置された連結体1 2 6と、連結体1 2 6の後側に配置される膝前屈剛性部材1 2 7を備える。連結体1 2 6は、その前側のみが下面部材6 6に連結されている。

【0064】また、図1 7に示すように、下腿部連結手段1 2 2は、下腿連結支持部材1 2 4に連結した連結体1 2 6と、それを挟むように一对突設された支持部1 2 8と、連結体1 2 6の左側面と支持部1 2 8との間に挟持される樹脂製のスペーサ1 3 0と、連結体1 2 6の右側面と支持部1 2 8との間に挟持される樹脂製のスペーサ1 3 2及びスラストカラー1 3 4と、連結体1 2 6と支持部1 2 8とスペーサ1 3 0、1 3 2とスラストカラー1 3 4とを同軸上に連結するピンボルト1 3 6及びナット1 3 8とを備える。

【0065】本実施例によれば、上記のようなピンジョイント構成とすることにより、膝部5 0が一方向へ容易に屈曲するので、人体特性の膝に対応させることができる。即ち、本実施例によれば、上記ピンジョイント構成により、膝部5 0の屈曲方向に対して膝部5 0の衝撃特性が変えられるので、人体特性の膝に対応し易い。なお、本実施例では、図1 0に示す許容限度部材8 8の狭幅部8 8 Cの部分が薄肉状となっている。また、本実施例のその他の作用効果は、第1実施例と同様であるので、その詳細説明は省略する。

【0066】(第4実施例) 図1 8及び図1 9に基づき、第4実施例を説明する。本実施例は、緩衝部材を図1 7に示すボルト7 8の軸心上に配置する例である。図1 8は本実施例に係る歩行者ダミー人形の膝部の背面図、図1 9は図1 8に示す許容限度部材がせん断された状態の背面図である。なお、図1 8において、図1 7に対応する部分には同一符号を付してその詳細説明は省略する。

【0067】図1 8に示すように、大腿部連結手段5 8には、その軸心方向(上下方向)へ沿う縦孔1 4 0が形成されている。ボルト7 8の頂部7 8 Aには凹部7 8 Bが形成されており、凹部7 8 Bには円棒状の変形部材1

42の基端が圧入されている。変形部材142の先端には、縫孔140の孔径よりも若干だけ小径なリング部144が形成されている。また、変形部材142には、円柱状の緩衝部材146がリング部144に固定されるように挿通されている。

【0068】本実施例では、許容限度部材88がせん断されると、変形部材142が屈曲すると共に、リング部144が縫孔140に沿って下降する。そのため、本実施例においては、緩衝部材146が圧縮されるので、スライド部材80の移動が緩衝される。なお、本実施例のその他の作用効果は、第3実施例と同様であるので、その詳細説明は省略する。

【0069】(第5実施例)図20及び図21に基づき、第5実施例を説明する。本実施例は、人体特性の膝に対応するように、膝部50の屈伸を制御する例である。図20は本実施例に係る歩行者ダミー人形の膝部の側面図、図21は図20の21-21線の断面図である。なお、図20において、図9に対応する部分には同一符号を付してその詳細説明は省略する。

【0070】図21に示すように、弾性部材150は前側が略D字状に切欠され、この切欠に対応する下面部材66上には剛性調整手段の一部を構成する円柱状のストッパ部材152が固定されている。一方、ストッパ部材152に対応する上面部材68には、剛性調整手段の一部を構成する前弾性部材154がストッパ部材152に対して所定の隙間ができるように配置されている。

【0071】前弾性部材154は、剛性を高めるために堅い合成樹脂で成形されている。なお、ここで前弾性部材154を金属製としなかったのは、金属ではストッパ部材152に対して当たりが強くなりすぎるので、衝撃をやわらげるために上記のような弾性部材とした。

【0072】また、ストッパ部材152及び前弾性部材154を弾性部材150の前側に配置させたのは、人体脚部の膝においては膝が前側に向かって屈曲できないので、この屈曲特性を考慮したものである。

【0073】本実施例において、弾性部材150を前側へ押し付けるような荷重が弾性部材150に加わった場合には、前弾性部材154がストッパ部材152に当接し剛性が高められるので、弾性部材150を前側へ押し付けるような逆方向の曲りが防止される。即ち、本実施例によれば、膝部50の変位に対して膝部の衝撃特性を変えるような剛性調整部材である前弾性部材154及びストッパ部材152を付加させたので、人体脚部の膝における膝の屈曲方向に対応するように非対称の特性が發揮できる。なお、本実施例のその他の作用効果は、第1実施例と同様であるので、その詳細説明は省略する。

【0074】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、歩行者ダミー人形の膝部を、第2の領域では単位衝撃力に対する変位を第1の領域の単位衝撃力に対する変位よ

り大きくするので、衝撃力に対する膝の柔軟性の設定が適切となり、人体特性の模擬が良好となる。従って、本発明によれば、衝突の発生から膝部分における膝靭帯の剥離直前までの線形域から膝靭帯の剥離などの損傷発生後の非線形な領域までの現象を精度良く再現できるので、実際の人体脚部の膝に近い模擬状態での実験データが入手でき、傷害状況などが詳細となり、かつ精度の高い評価を行うことができる。

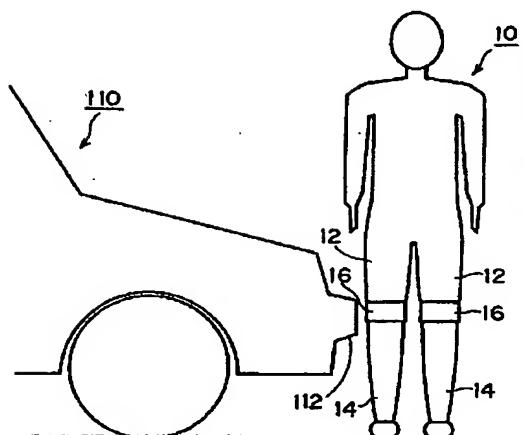
【図面の簡単な説明】

- 10 【図1】本発明に係る第1実施形態の歩行者ダミー人形の膝部材と車両のバンパーとの位置関係を示す背面図である。
- 【図2】図1に示す膝部材に係る基本概念構造を示す一部破断した正面図である。
- 【図3】図2に示す膝部材に係る許容限度部材及び緩衝部材の変位と荷重との関係を示す図である。
- 【図4】第2実施形態に係る膝部材の基本概念構造を示す一部破断した正面図である。
- 【図5】図4に示す許容限度部材及び弾性部材の変位と荷重との関係を示す図である。
- 【図6】図4に示す許容限度部材のヒステリシス特性を示す図である。
- 【図7】第3実施形態に係る膝部材の基本概念構造を示す一部破断した正面図である。
- 【図8】図7に示す弾性線状体の変位と荷重との関係を示す図である。
- 【図9】本発明の第1実施例に係る膝部の側面図である。
- 【図10】図9に示す膝部の背面図である。
- 【図11】図10の11-11線の断面図である。
- 【図12】図10の12-12線の断面図である。
- 【図13】図10に示す許容限度部材が破断された状態の背面図である。
- 【図14】第2実施例に係る膝部の背面図である。
- 【図15】図14に示す許容限度部材がせん断された状態の背面図である。
- 【図16】第3実施例に係る膝部の側面図である。
- 【図17】図16に示す膝部の背面図である。
- 【図18】第4実施例に係る膝部の背面図である。
- 【図19】図14に示す許容限度部材が破断された状態の背面図である。
- 【図20】第5実施例に係る膝部の側面図である。
- 【図21】図20の21-21線の断面図である。
- 【図22】人体脚部の膝靭帯に関する背面図である。
- 【図23】従来文献に係る歩行者ダミー人形の膝部分を示す断面図である。
- 【図24】図23に示す膝部分の変位と荷重との関係を示す図である。
- 【符号の説明】

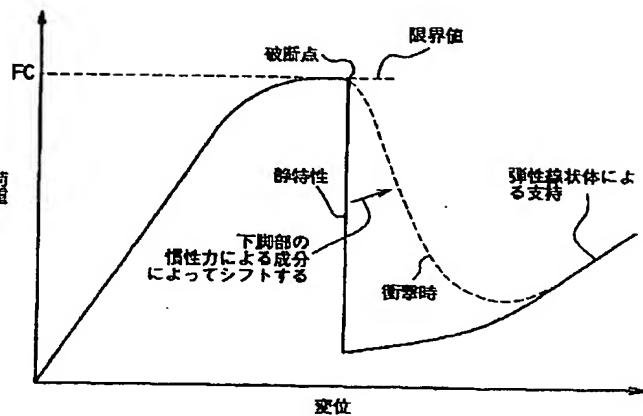
15

12, 52	上脚部(大腿部)	32, 80
14, 54	下脚部(下腿部)	36, 74
16, 50	膝部	42, 88, 120
58	大腿部連結部材	40, 90, 146
60, 122	下腿部連結部材	76
22, 62	弹性变形膝手段 材)	
30, 70	塑性变形膝手段	

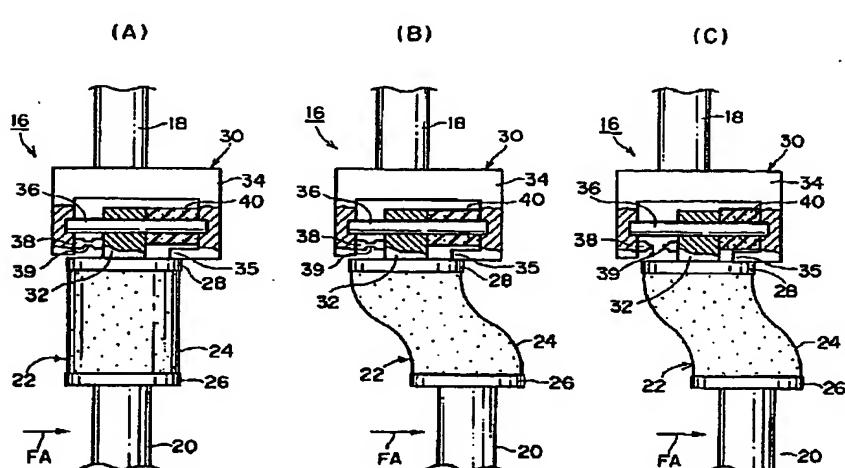
【図1】



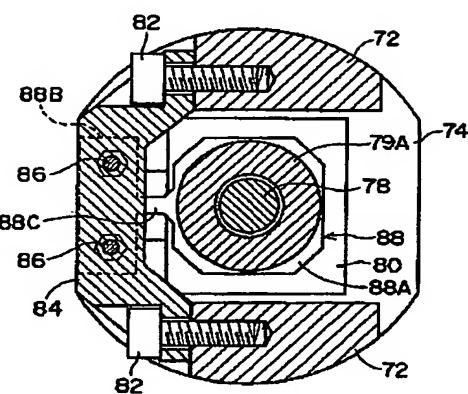
【図8】



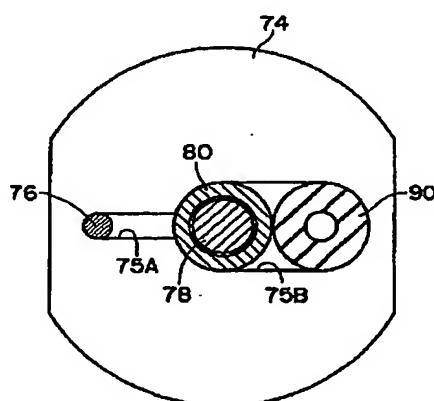
【図2】



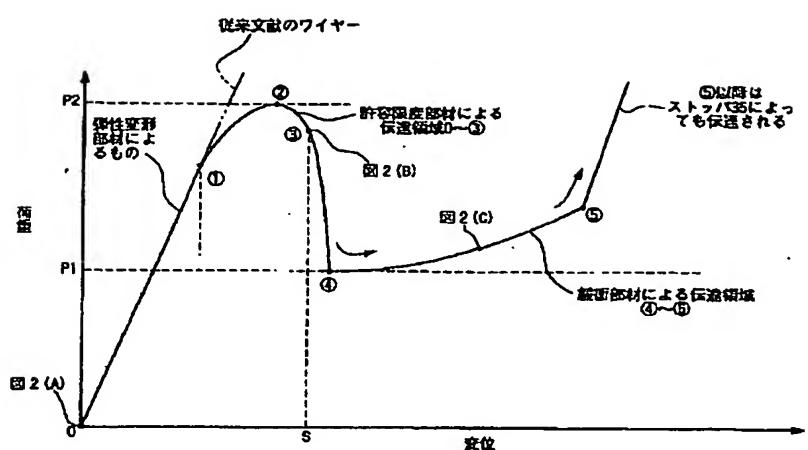
【図11】



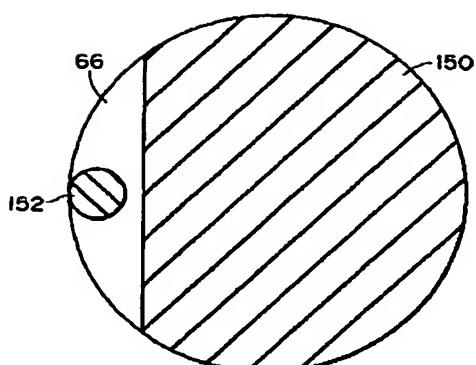
【図12】



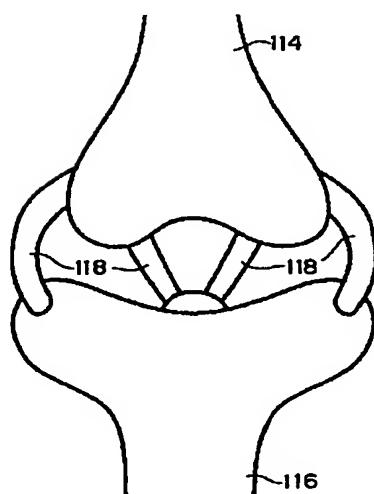
【図 3】



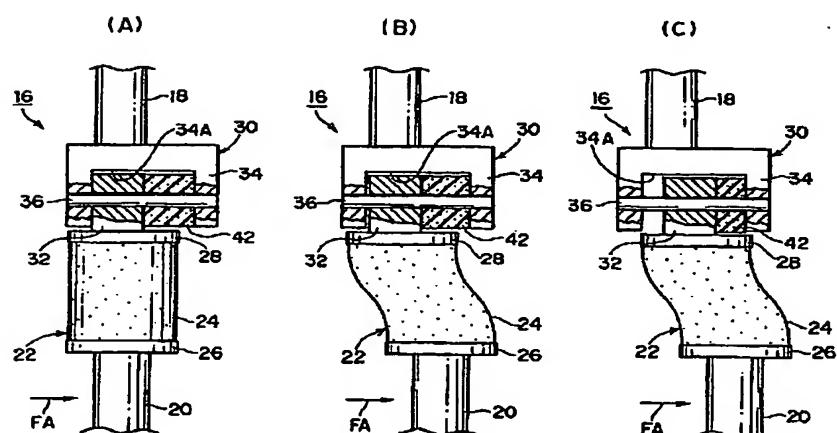
【図 21】



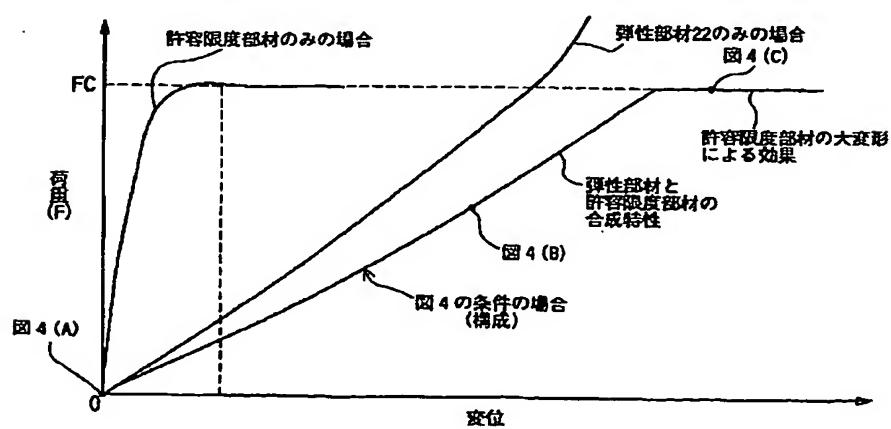
【図 22】



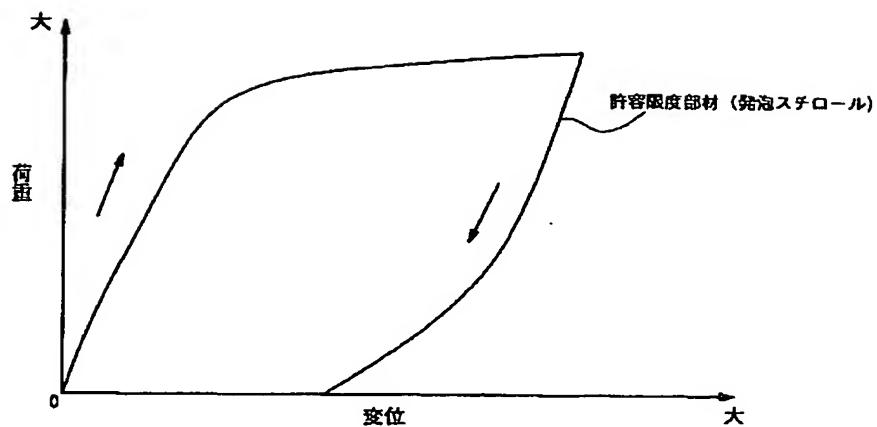
【図 4】



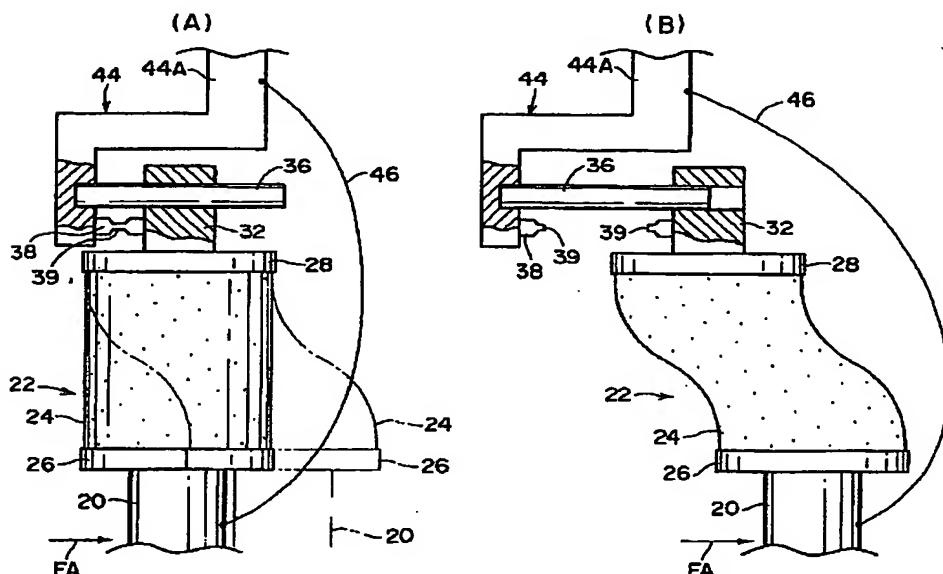
【図 5】



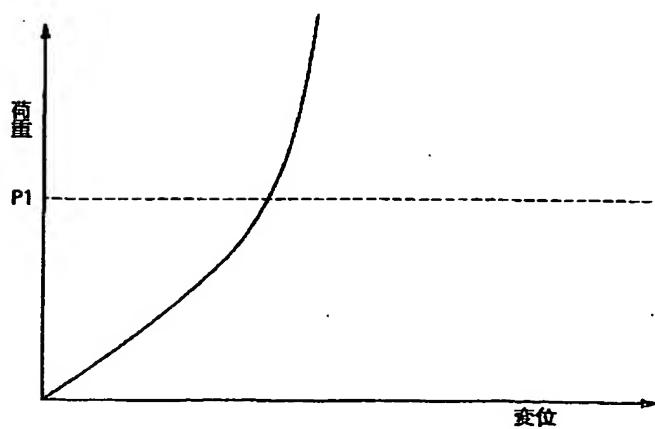
【図6】



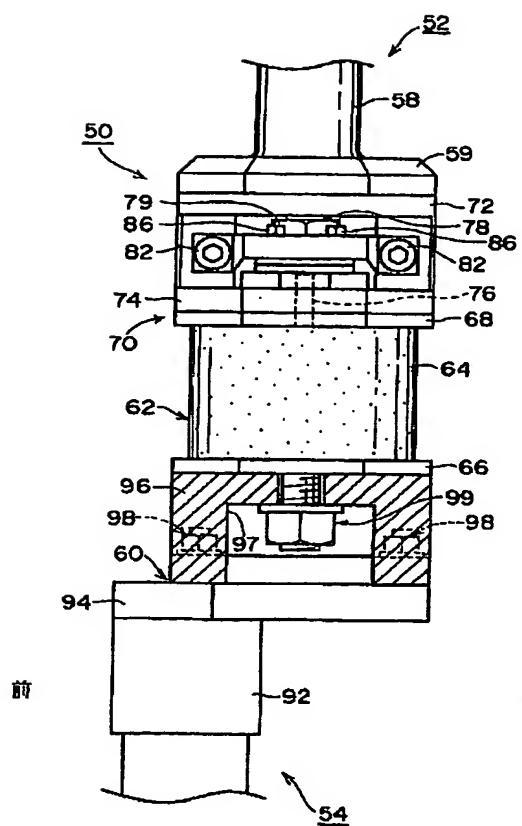
【図7】



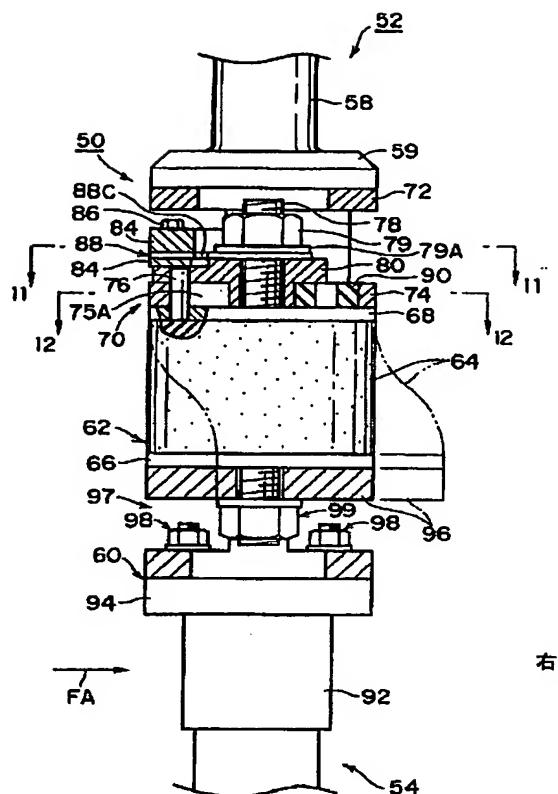
【図24】



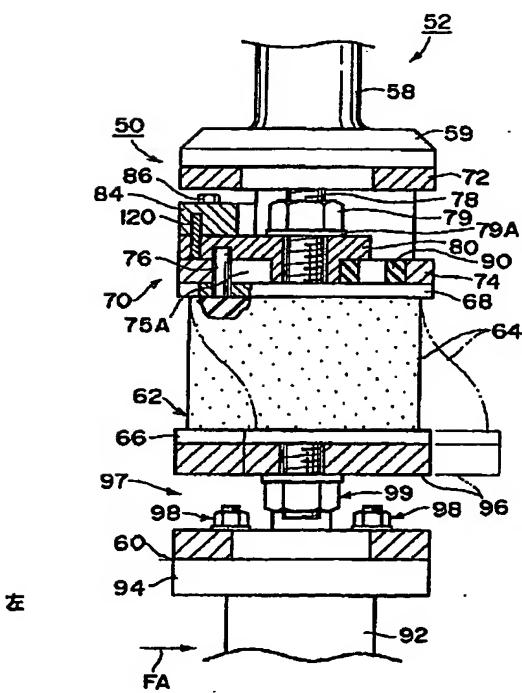
【図9】



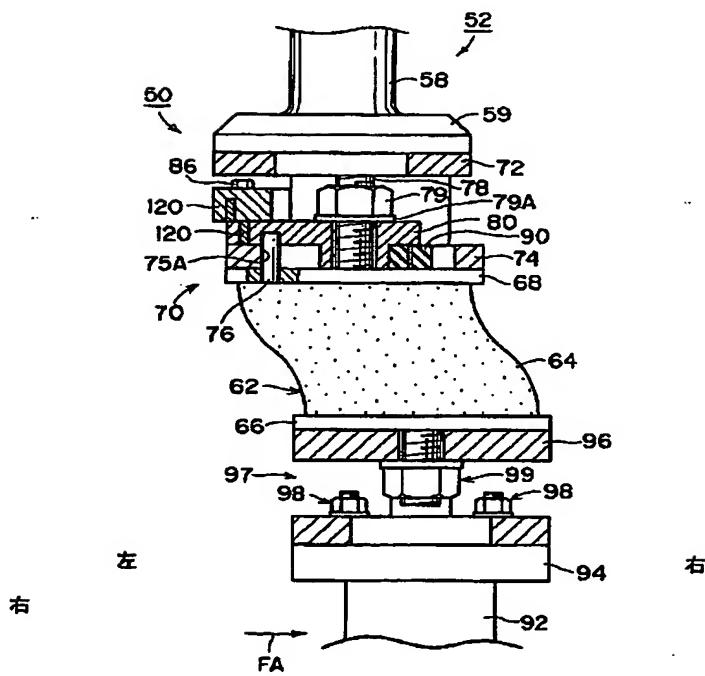
【図10】



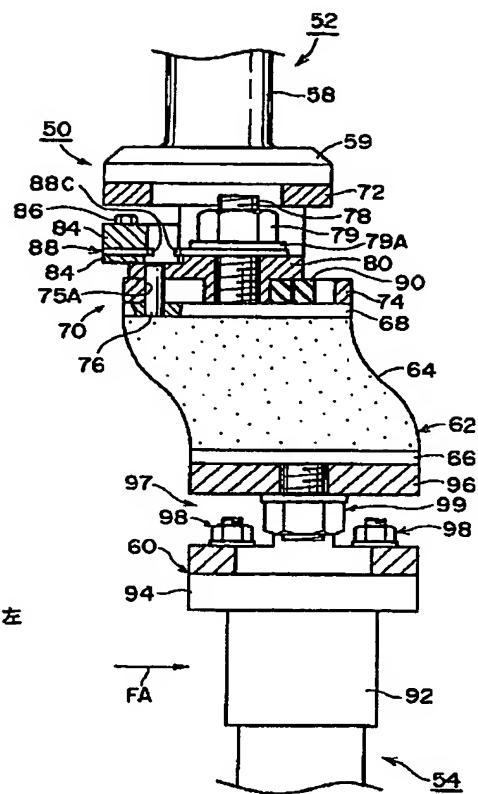
【図14】



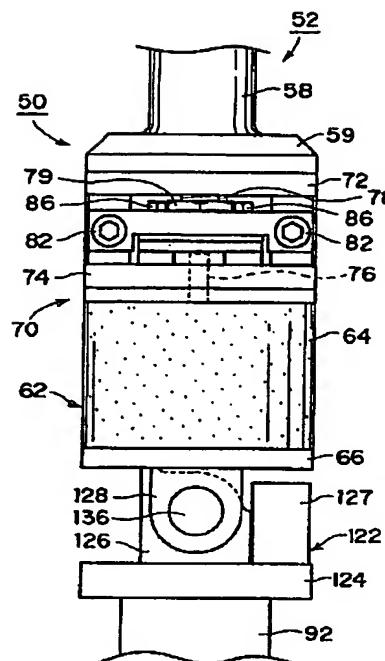
【図15】



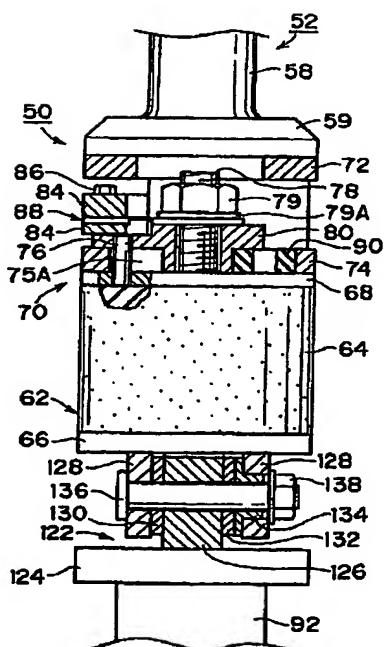
【図 13】



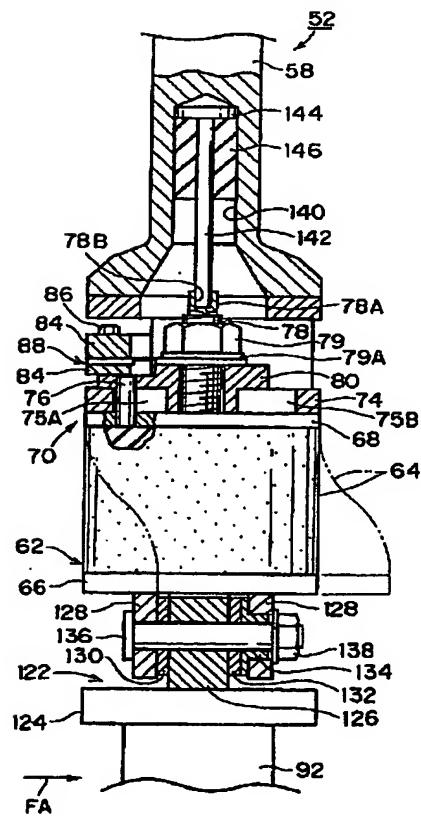
【図 16】



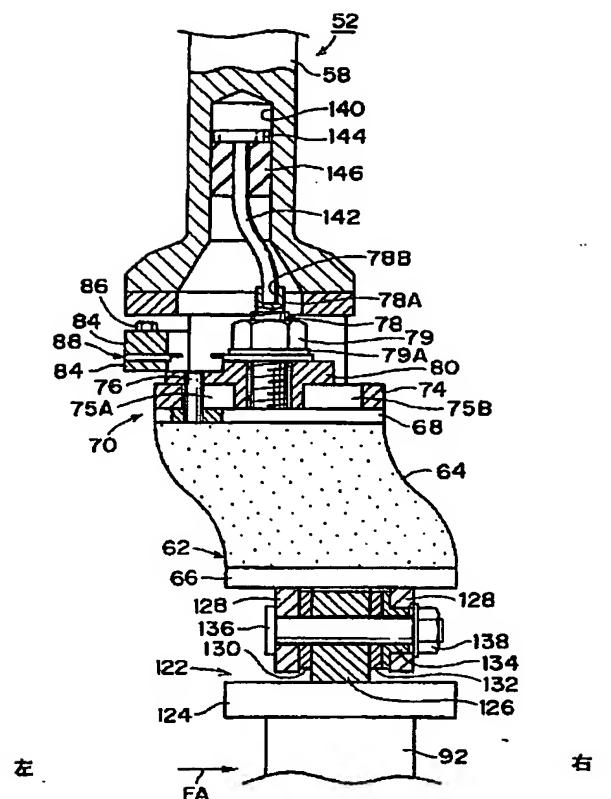
【図 17】



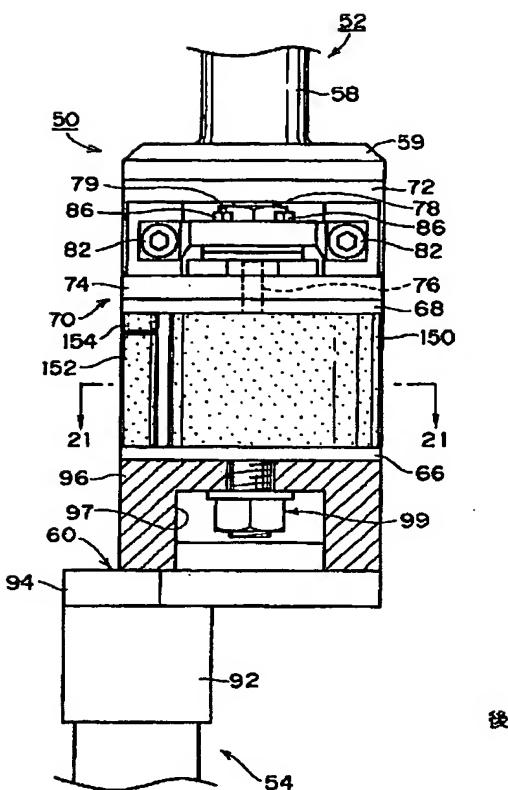
【図 18】



【図 19】



【図 20】



【図 23】

